



Informe del Monitoreo de Calidad de Aire

Partículas Menores de Diez Micrómetros (PM_{10}) y Concentraciones de NO_2, SO_2 y CO

Proyecto "Mina de Cobre Panamá"

Preparado para

Minera Panamá, S.A.









Abril, 2017

Informe del Monitoreo de Calidad de Aire

(Partículas Menores de Diez Micrómetros (PM_{10}) y

Concentraciones de NO_2, SO_2 y CO)

Proyecto

"Mina de Cobre Panamá"

Preparado para:



Elaborado por:



Abril, 2017

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Director
Idoneidad DIPROCA-AA-003-2012	Roy Quintero DIPROCA-AA-031-2013/ Act. 2015	Leyson Guillén DIPROCA-AA-012-2001	Karina Guillén

Índice

2.2.1. Introducción ... 4
2.2.2. Objetivo General ... 4
2.2.3. Objetivos Específicos ... 5
2.2.4. Aspecto Metodológico ... 5
2.2.4.1. Especificaciones de los equipos y datos de las mediciones ... 7
2.2.5. Resultados ... 7
2.2.5.1 Condiciones Climáticas ... 7
2.2.5.2 Partículas menores a diez micrómetros (PM_{10}) ... 8
2.2.5.3. Emisiones Gaseosas (NO_2, SO_2 y CO) ... 11
2.2.6. Conclusión ... 14
2.2.7. Recomendaciones ... 14
2.2.8. Bibliografía ... 15
Anexos ... 16
Anexo 2.2.1 Registro fotográfico de las mediciones de PM10 y Emisiones Gaseosas (CO, NO_2 y SO_2) ... 17
Anexo 2.2.2 Data Generada por el Equipo de Medición ... 21
Anexo 2.2.3 Extracto de la Norma para Calidad de Aire en Panamá ... 32
Anexo 2.2.4 Certificados de calibración de los equipos de medición ... 34
Anexo 2.2.5 Cadenas de Custodia ... 37
Anexo 2.2.6 Especificaciones de la medición de los equipos de monitoreo ... 40

2.2.1. Introducción

Los contaminantes del aire son sustancias que, cuando están presentes en la atmósfera, afectan de manera adversa la salud de los humanos, animales y plantas o vida microbiana; dañan materiales o interfieren con el disfrute de la vida (Henry y Heinke 1999).

Las partículas totales en suspensión (PTS) y las partículas menores a diez micrómetros (PM_{10}), pueden ser consideradas contaminantes del ambiente, lo cual está definido como todo agente físico, químico o biológico, capaz de alterar las condiciones del ambiente en el centro de trabajo, y que por su naturaleza, propiedades, concentración y tiempo de exposición, pueden alterar la salud de los trabajadores. Los efectos en la salud humana por exposición a material particulado, NO_2, SO_2 y CO, incluyen afectaciones en el sistema respiratorio y cardiovascular principalmente (Henry y Heinke 1999).

Las principales fuentes de contaminación del aire son el transporte, la quema de combustibles, los procesos industriales y la eliminación de residuos sólidos. El NO_2 y SO_2 son considerados productos derivados de los procesos de combustión y se suelen encontrar en la atmósfera íntimamente asociados con otros contaminantes primarios como las partículas ultrafinas. Por su parte, el CO está relacionado con una combustión ineficiente en las fuentes relacionadas con el transporte (OMS 2006).

Este documento corresponde al Vigésimo Informe de Monitoreo de Calidad de Aire que se realizó en las áreas donde se desarrollan actividades del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”, específicamente en el Taller de Mantenimiento Botija – Equipo Pesado, Taller de Soldadura (Frente 64) – Sitio Mina, Taller de Soldadura – Planta de Procesos, Generadores eléctricos – Campamento GAP y Taller Mecánico de Punta Rincón.

2.2.2. Objetivo General

Medir los niveles de PM_{10}, NO_2, SO_2 y CO a los que están expuestos los trabajadores del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”.

2.2.3. Objetivos Específicos

- Identificar las actividades generadoras de partículas y emisiones gaseosas durante los trabajos de construcción del Proyecto.
- Analizar los resultados de las mediciones.
- Comparar los datos obtenidos con el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001.

2.2.4. Aspecto Metodológico

Dentro del Proyecto "Mina de Cobre Panamá", se realizaron inspecciones en las áreas donde se desarrollaban los trabajos de construcción de infraestructuras, movimiento de tierra, trituración de rocas, tránsito de equipo pesado y vehículos livianos.

Partículas menores a diez micrómetros (PM_{10})

Para medir la concentración de partículas menores a diez micrómetros (PM_{10}) se realizaron los siguientes pasos:

- Se establecieron los puntos de monitoreo para realizar la toma de datos, considerando la cercanía a la fuente o las actividades generadoras de partículas.
- Desarrollo de los monitoreos por un periodo de 1 hora.
- Para los monitoreos de PM_{10} se utilizó el Microdust Pro (marca Casella) calibrado con un adaptador para el filtro de espuma de poliuretano (filtro para PM_{10}); y colocado dentro del Dust Detective (caja de muestreo de aire). Éste sistema incorpora una bomba de succión[1] Apex para llevar el aire de muestra a través del tubo de entrada. El cabezal de entrada se ha diseñado para impedir la entrada de insectos u otros agentes extraños grandes.

Se proporciona un tapón de polvo para sellar el puerto de entrada en la tapa de la caja, siempre que el tubo de entrada se desmonte por motivos de tránsito (ver certificado de calibración en el anexo 2.2.4).

[1] Bomba de succión: Bomba portátil de muestreo de aire. Rango de caudal 2.5 ml/min.

Para el monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) en ambientes laborales, se utilizó como referencia, la metodología establecida en la Norma NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), específicamente el método NIOSH 0600.

Emisiones de NO_2, SO_2 y CO

Para obtener la concentración de las emisiones de NO_2, SO_2 y CO, se realizaron los siguientes pasos:

- Se establecieron los puntos para realizar la toma de datos, considerando la cercanía de la fuente o actividad generadora de emisiones.
- Desarrollo de los monitoreos para determinar la concentración de NO_2, SO_2 y CO por espacio de 1 hora para cada punto de monitoreo.

Para los monitoreos de NO_2, SO_2 y CO se utilizó el AreaRae[2]/ Múltiple Gas (PGM5020), el cual detecta gases a través de sensores electroquímicos, y para los compuestos orgánicos volátiles utiliza una lámpara PID[3]. El mismo se preparó para hacer las mediciones, intercambiando los sensores de gases, a fin de conocer los niveles de estas emisiones en el área del Proyecto.

Para obtener la concentración de las emisiones de NO_2, SO_2 y CO, se utilizó como referencia la metodología establecida en la norma Enviromental Protección Agency (EPA) Performance Test Methods, en este caso los Reference Methods 6, 7 and 8.

Los resultados obtenidos se comparan con los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI[4]-COPANIT[5] 43-2001 (CPT: 5 mg/m^3 para 8 horas de exposición y CCT: 10 mg/m^3 para una exposición a corto tiempo).

---

[2] AreaRae: multigas con monitor inalámbrico
[3] PID: lámparas detectoras de fotoionización
[4] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial.
[5] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Tecnología.

2.2.4.1. Especificaciones de los equipos y datos de las mediciones

En la tabla 2.2.1 se presenta la información general de los equipos que se utilizaron para los monitoreos.

Tabla 2.2.1. Descripción de los equipos de monitoreo de partículas y emisiones gaseosas y datos de las mediciones

Información Técnica		
Equipo empleado	Microdust Pro-Casella (PM_{10})	AREA RAE/ MULTIPLE GAS
Serie	1079216	292-503747
Fecha de la última calibración	16 de septiembre de 2016	16 de septiembre de 2016
Normas aplicadas	Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001. $PM_{10=}$ (CCT[6]: 10 mg/m^3) CO= 50 ppm; NO_2= 5 ppm; SO_2 = 5 ppm	
Días de las mediciones	Del 17 al 19 de abril del 2017	
Nombres de los técnicos	Roy Quintero y Jairo Carrasco	

Fuente: Especificaciones de los equipos técnicos y data de trabajo de campo. CODESA, 2017 (ver los certificados de calibración en el anexo 2.2.4).

2.2.5. Resultados

2.2.5.1 Condiciones Climáticas

En la tabla 2.2.2 se muestran los datos de los parámetros de las condiciones climáticas que se presentaron durante las mediciones efectuadas de PM_{10} y emisiones gaseosas, en las diferentes áreas del Proyecto (ver anexo 2.2.5. Cadenas de Custodia).

[6] CCT: Concentración para exposición a corto tiempo. En el cual no debe ser excedido de 15 min, hasta 4 veces por jornada y con períodos de falta de exposición, al menos 1 hora entre dos exposiciones sucesivas.

Tabla 2.2.2. Condiciones climáticas durante las mediciones

Área	Parámetros				
	Humedad Relativa	Velocidad del Viento	Temperatura	Estado del Tiempo	Época
Taller de Mantenimiento Botija – Equipo Pesado	75,1 %	0,0 Km/h	28,1 °C	Nublado	Lluviosa
Taller de Soldadura (Frente 64) – Sitio Mina	72,1 %	0.0 Km/h	27,6 °C	Nublado	Lluviosa
Taller de Soldadura – Planta de Procesos	70,8 %	3,5 Km/h	29,6 °C	Nublado	Lluviosa
Generadores eléctricos – Campamento GAP	61,9 %	1,0 Km/h	32,7 °C	Nublado	Lluviosa
Taller Mecánico de Punta Rincón	57,0 %	0,0 Km/h	32,5 °C	Soleado	Lluviosa

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2017.

2.2.5.2 Partículas menores a diez micrómetros (PM_{10})

En la tabla 2.2.3 se muestran los datos de las mediciones de una hora efectuadas en las diferentes áreas del Proyecto (ver anexo 2.2.2. Data generada por los equipos de medición).

Tabla 2.2.3. Datos de las mediciones efectuadas en las diferentes áreas del Proyecto

Área	Hora y fecha	Coordenadas	Parámetro	Fuentes generadoras
Taller de Mantenimiento Botija – Equipo Pesado	3:25 p.m. (17-4-17)	978061 N/ 538698 E	PM_{10}	Movimiento de equipo pesado
Taller de Soldadura (Frente 64) – Sitio Mina	8:34 a.m. (18-4-17)	978453 N/ 539120 E	PM_{10}	Gases de soldadura, movimiento de equipo pesado y vehículos livianos

Área	Hora y fecha	Coordenadas	Parámetro	Fuentes generadoras
Taller de Soldadura – Planta de Procesos	3:21 p.m. (18-4-17)	977867 N/ 539979 E	PM_{10}	Paso de vehículos livianos y pesados
Generadores eléctricos – Campamento GAP	10:51 a.m. (19-4-17)	995550 N/ 533370 E	PM_{10}	Gases producto de la combustión de los generadores
Taller Mecánico de Punta Rincón	2:03 p.m. (19-4-17)	995979 N/ 533607 E	PM_{10}	Gases de soldadura, paso vehicular.

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2017.

En la tabla 2.2.4 y gráfica 2.2.1 se presenta la comparación entre los resultados de los monitoreos realizados en las diferentes áreas donde se efectuaban trabajos, los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001, para la exposición a partículas en jornadas de 1 hora (CCT: 10 mg/m^3 para una exposición a corto tiempo).

Tabla 2.2.4. Comparación entre los resultados del monitoreo de PM_{10} y el límite permisible que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001

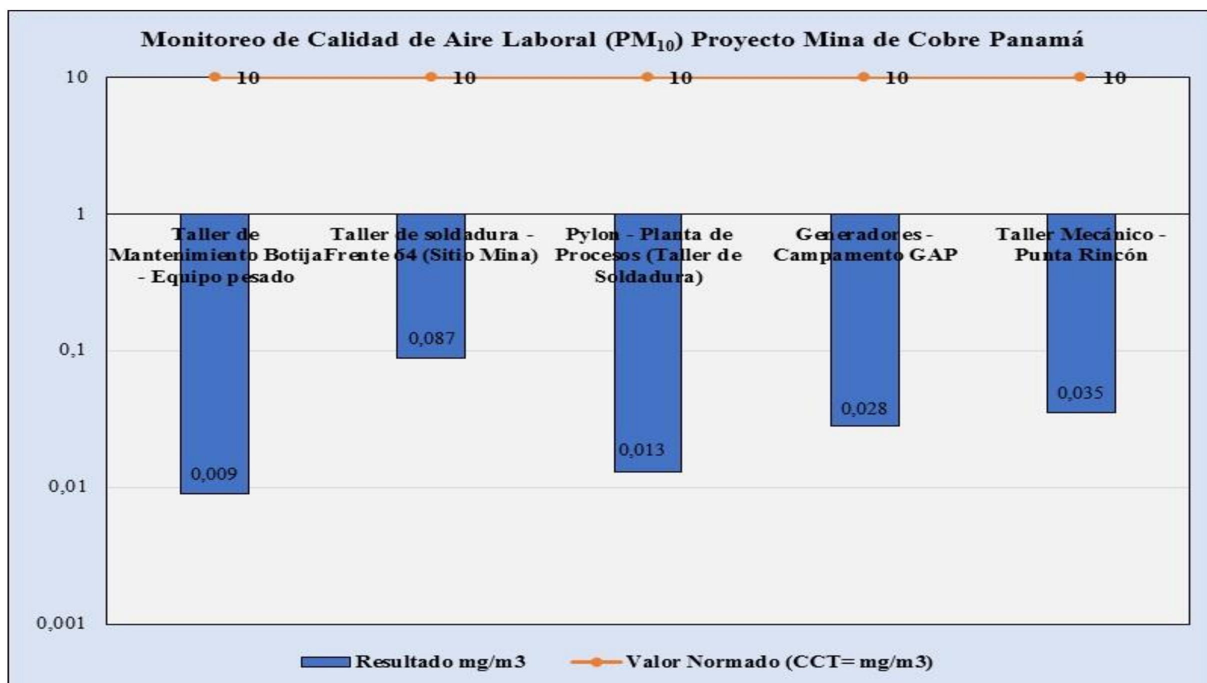
Área	Parámetro	Horas muestreadas	Resultado mg/m^3	Norma Nacional[7] (CCT mg/m^{3}[8])
Taller de Mantenimiento Botija – Equipo Pesado	**PM_{10}**	1 hora	0.009	**10**
Taller de Soldadura (Frente 64) – Sitio Mina	**PM_{10}**	1 hora	0.087	**10**
Taller de Soldadura – Planta de Procesos	**PM_{10}**	1 hora	0.013	**10**
Generadores eléctricos – Campamento GAP	**PM_{10}**	1 hora	0.028	**10**

7 Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001
8 mg/m^3 miligramos aproximados de partículas por metro cúbico.

Área	Parámetro	Horas muestreadas	Resultado mg/m³	Norma Nacional[7] (CCT mg/m³[(8)])
Taller Mecánico de Punta Rincón	**PM_{10}**	1 hora	0.035	**10**

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2017. Ver Especificaciones técnicas de la medición realizada por el equipo en el anexo 2.2.6. N.D: No Detectable (valor inferior al límite mínimo de detección del equipo de medición utilizado).

Gráfica 2.2.1. Resultados de las mediciones de PM_{10} en comparación con el valor normado



Fuente: CODESA, 2017.

2.2.5.3. Emisiones Gaseosas (NO2, SO2 y CO)

En la tabla 2.2.5 se muestran los datos de las mediciones efectuadas por dos horas en las diferentes áreas del Proyecto (ver anexo 2.2.2. Data generada por los equipos de medición).

Tabla 2.2.5. Datos de las mediciones efectuadas en las diferentes áreas del Proyecto

Área	Hora y fecha	Coordenadas	Parámetro	Fuentes generadoras
Taller de Mantenimiento Botija – Equipo Pesado	3:23 p.m. (17-4-17)	978061 N/ 538698 E	NO_2, SO_2 y CO	Emisiones de los equipos pesados en reparación
Taller de Soldadura (Frente 64) – Sitio Mina	8:34 a.m. (18-4-17)	978453 N/ 539120 E	NO_2, SO_2 y CO	Gases de soldadura
Taller de Soldadura – Planta de Procesos	3:21 p.m. (18-4-17)	977867 N/ 539979 E	NO_2, SO_2 y CO	Generadores eléctricos, gases de soldadura
Generadores eléctricos – Campamento GAP	10:51 a.m. (19-4-17)	995550 N/ 533370 E	NO_2, SO_2 y CO	Generadores eléctricos
Taller Mecánico de Punta Rincón	2:03 p.m. (19-4-17)	995979 N/ 533607 E	NO_2, SO_2 y CO	Gases de soldadura

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2017.

En la tabla 2.2.6 se presentan los resultados de los monitoreos de emisiones gaseosas (CO, SO_2 y NO_2) que se realizaron en el área del Proyecto. En el anexo 2.2.2 se presentan los datos generados por los equipos de medición.

Tabla 2.2.6. Resultados obtenidos del monitoreo de emisiones gaseosas

Parámetro	Unidad	Taller de Mantenimiento Botija – Equipo Pesado	Taller de Soldadura (Frente 64) – Sitio Mina	Taller de Soldadura – Planta de Procesos	Generadores eléctricos – Campamento GAP	Taller Mecánico de Punta Rincón
CO	**ppm**	N.D	0,1	N.D.	N.D.	N.D.
NO_2	**ppm**	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
SO_2	**ppm**	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Fuente: Datos de campo. CODESA, 2017. N.D.: No Detectable (niveles medidos inferiores al límite mínimo de detección del equipo utilizado). ppm: parte de vapor o gramos, por millón de parte de aire contaminado para volumen de 25°C y 760 mg de presión. Ver Especificaciones técnicas de la medición realizada por el equipo en el anexo 2.2.6.

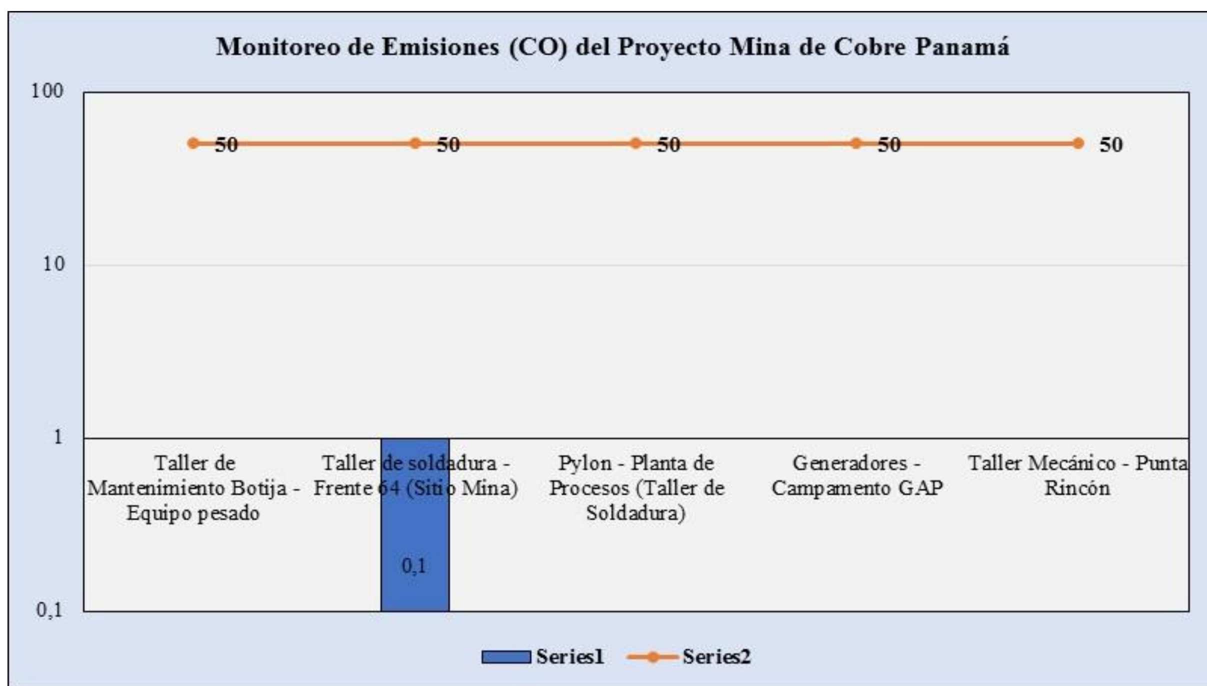
La tabla 2.2.7 y las gráficas 2.2.2, 2.2.3 y 2.2.4 presentan la comparación de los datos que se obtuvieron en los monitoreos de emisiones gaseosas realizados en las diferentes áreas del Proyecto y los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001.

Tabla 2.2.7. Comparación entre los resultados de emisiones gaseosas y los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001

Parámetro	Unidad	Taller de Mantenimiento Botija – Equipo Pesado	Taller de Soldadura (Frente 64) – Sitio Mina	Taller de Soldadura – Planta de Procesos	Generadores eléctricos – Campamento GAP	Taller Mecánico de Punta Rincón	Norma Nacional (LMP)
CO	**ppm**	N.D	0,1	N.D.	N.D.	N.D	**50**
NO_2	**ppm**	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	**5**
SO_2	**ppm**	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	**5**

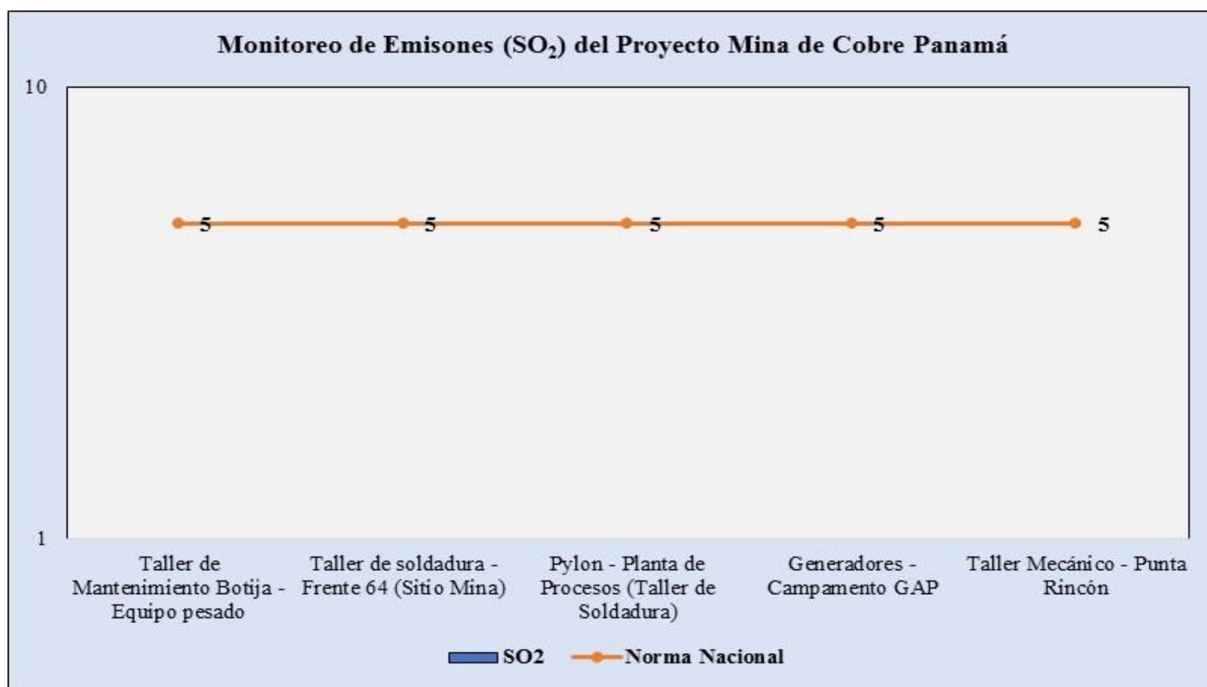
Fuente: Datos de campo. CODESA, 2017. N.D.: No Detectable (niveles medidos inferiores al límite mínimo de detección del equipo utilizado). ppm: parte de vapor o gramos, por millón de parte de aire contaminado para volumen de 25°C y 760 mgs de presión. Norma Nacional: Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001. LMP: Límite máximo permisible.

Gráfica 2.2.2. Resultados de las emisiones de CO en comparación con el valor normado



Fuente: CODESA, 2017.

Gráfica 2.2.3. Resultados de las emisiones de SO_2 en comparación con el valor normado



Fuente: CODESA, 2017.

Gráfica 2.2.4. Resultados de las emisiones de NO_2 en comparación con el valor normado



Fuente: CODESA, 2017.

2.2.6. Conclusión

Los resultados de las mediciones de Partículas menores de 10 micras (PM_{10}) y Emisiones Gaseosas (CO, NO_2 y SO_2) que se realizaron en diversas áreas de trabajo del Proyecto "Mina de Cobre Panamá", señalan que los niveles de estas partículas en el aire son menores a los límites máximos permisibles que establece el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 43-2001.

2.2.7. Recomendaciones

- Continuar con el mantenimiento periódico de los equipos y las maquinarias que se utilizan en el Proyecto.
- Mantener las capacitaciones periódicas de salud y seguridad ocupacional en el tema de equipos de protección respiratoria.
- Supervisar continuamente el uso correcto de los equipos de protección respiratoria en todos los frentes de trabajo que lo ameriten.

- Continuar con los monitoreos de emisiones y partículas que brindan información sobre la calidad de aire en el área del Proyecto.

2.2.8. Bibliografía

Henry, JG; Heinke, GW. 1999. Ingeniería Ambiental. 2da. Edición. Pearson Prentice Hall, México. 788 p.

MICI - DGNTI (Ministerio de Comercio e Industrias - Dirección General de Normas y Tecnología Industrial). 2001. Reglamento Técnico DGNT-COPANIT 43-2001. Higiene y seguridad industrial. Condiciones de higiene y seguridad para el control de la contaminación atmosférica en ambientes de trabajo producida por sustancias químicas. República de Panamá.

OMS (Organización Mundial de la Salud). 2006. Las directrices sobre la calidad del aire en la protección de la Salud Pública. Disponible en: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html.

Anexos

Anexo 2.2.1. Registro fotográfico de las mediciones de PM_{10} y Emisiones Gaseosas (CO, NO_2 y SO_2)





Imágenes 2.2.1 y 2.2.2. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) y emisiones gaseosas en el Taller de Mantenimiento Botija – Equipo Pesado (978061 N/ 538698 E)





Imágenes 2.2.3 y 2.2.4. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) en el Taller de Soldadura (Frente 64) – Sitio Mina (978453 N/ 539120 E)





Imágenes 2.2.5 y 2.2.6. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) y emisiones gaseosas en el Taller de Soldadura – Planta de Procesos (977867 N/ 539979 E)





Imágenes 2.2.7 y 2.2.8. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) y emisiones gaseosas en los Generadores eléctricos – Campamento GAP (995550 N/ 533370 E)





Imágenes 2.2.9 y 2.2.10. Monitoreo de calidad de aire (PM_{10}) y emisiones gaseosas en el Taller Mecánico de Punta Rincón (995979 N/ 533607 E)

Anexo 2.2.2. Data Generada por el Equipo de Medición

Partículas menores a diez micrómetros (PM_{10})

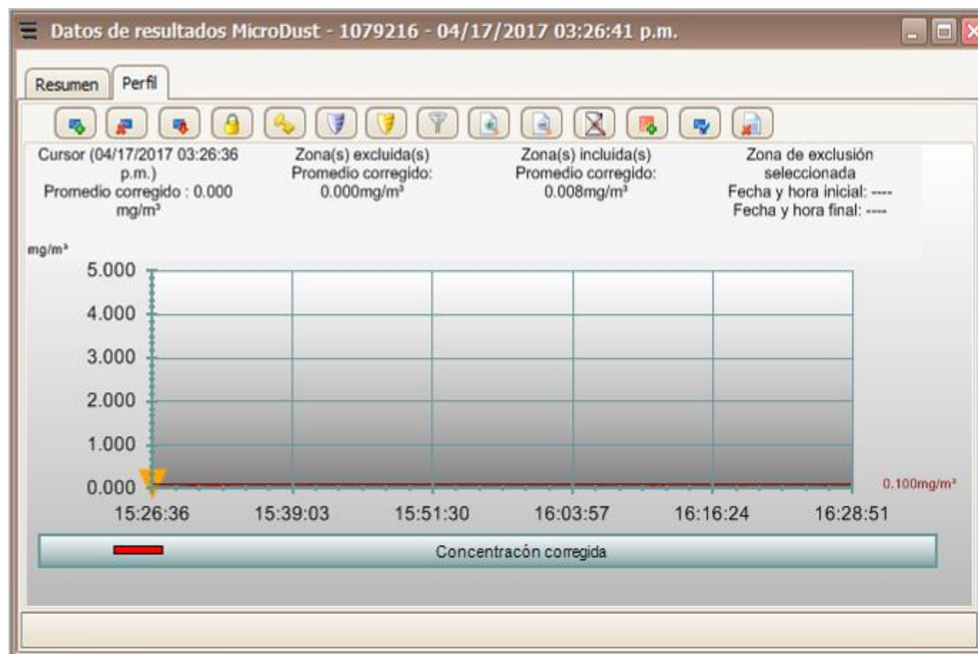
17-4-17

Taller de Mantenimiento Botija – Equipo pesado

Datos de resultados MicroDust - 1079216 - 04/17/2017 03:26:41 p.m.

Resumen | Perfil

Número serie	1079216
Fecha y hora inicial	04/17/2017 03:26:41 p.m.
Duración HH:MM:SS	01:02:06
Notas	Taller de Mantanimiento Botija - Equipo pesado
Promedio corregido	0.009 mg/m³
Máximo corregido (con hora)	0.096 mg/m³ 04/17/2017 03:30:05 p.m.
Mínimo corregido (con hora)	0.000 mg/m³ 04/17/2017 03:26:41 p.m.
Corrección aplicada	No



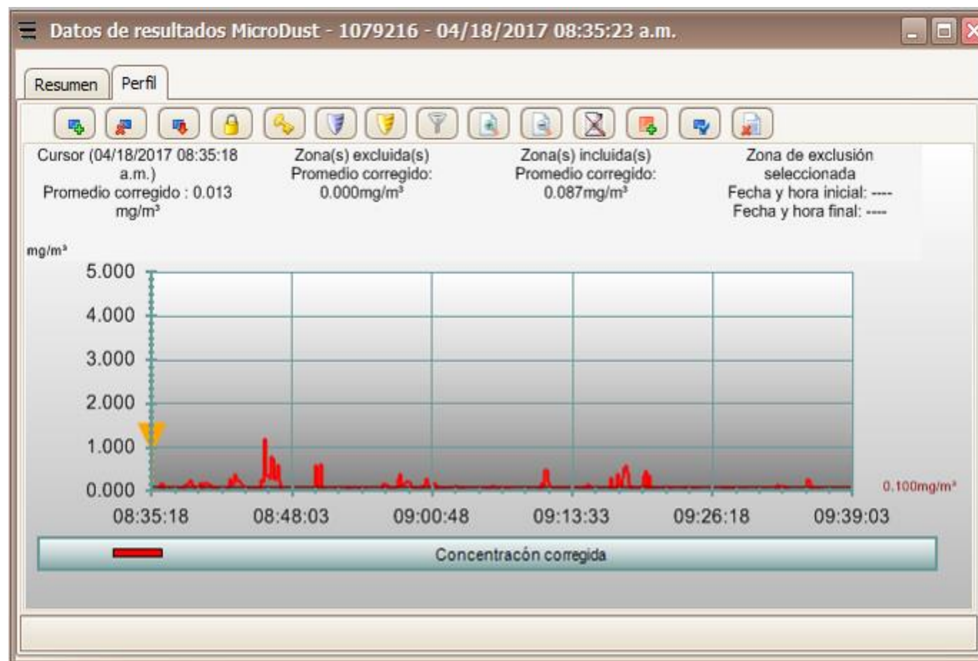
18-4-17

Taller de soldadura - Frente 64 (Sitio Mina)

Datos de resultados MicroDust - 1079216 - 04/18/2017 08:35:23 a.m.

Resumen | Perfil

Número serie	1079216
Fecha y hora inicial	04/18/2017 08:35:23 a.m.
Duración HH:MM:SS	01:03:36
Notas	Frente 64 - Sitio Mina
Promedio corregido	0.087 mg/m³
Máximo corregido (con hora)	2.115 mg/m³ 04/18/2017 08:45:28 a.m.
Mínimo corregido (con hora)	0.003 mg/m³ 04/18/2017 08:55:29 a.m.
Corrección aplicada	No

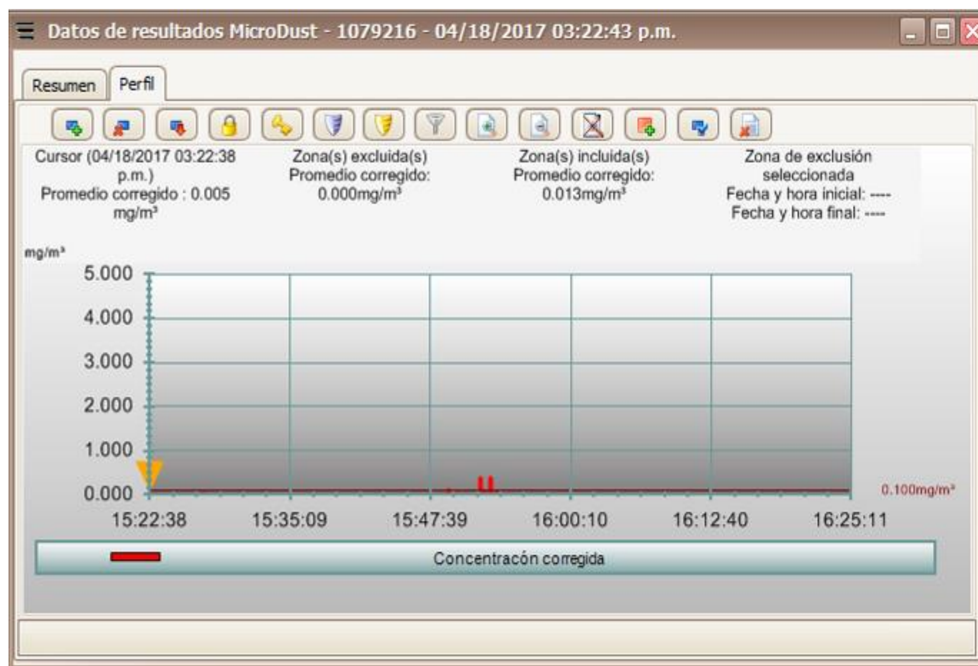


Taller de Soldadura – Planta de Procesos

Datos de resultados MicroDust - 1079216 - 04/18/2017 03:22:43 p.m.

Resumen | Perfil

Número serie	1079216
Fecha y hora inicial	04/18/2017 03:22:43 p.m.
Duración HH:MM:SS	01:02:24
Notas	Pylon-Sitio Mina
Promedio corregido	0.013 mg/m³
Máximo corregido (con hora)	1.701 mg/m³ 04/18/2017 03:52:55 p.m.
Mínimo corregido (con hora)	0.002 mg/m³ 04/18/2017 03:29:01 p.m.
Corrección aplicada	No



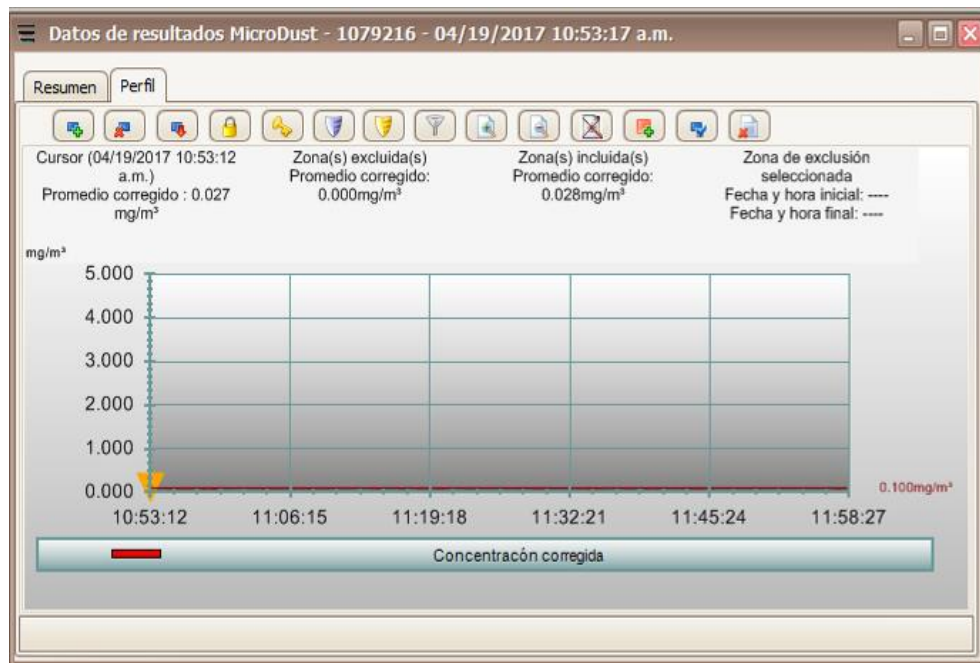
19-4-17

Generadores eléctricos – Campamento GAP

Datos de resultados MicroDust - 1079216 - 04/19/2017 10:53:17 a.m.

Resumen | Perfil

Número serie	1079216
Fecha y hora inicial	04/19/2017 10:53:17 a.m.
Duración HH:MM:SS	01:05:06
Notas	Generadores Camp Gap
Promedio corregido	0.028 mg/m³
Máximo corregido (con hora)	0.098 mg/m³ 04/19/2017 10:59:02 a.m.
Mínimo corregido (con hora)	0.012 mg/m³ 04/19/2017 11:00:56 a.m.
Corrección aplicada	No

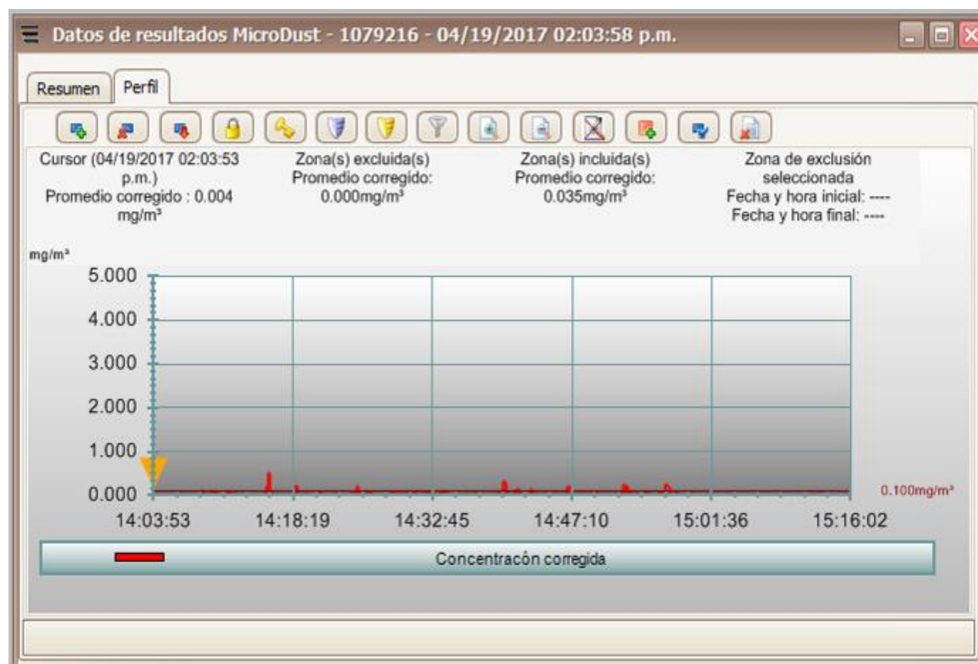


Taller Mecánico de Punta Rincón

Datos de resultados MicroDust - 1079216 - 04/19/2017 02:03:58 p.m.

Resumen | Perfil

Número serie	1079216
Fecha y hora inicial	04/19/2017 02:03:58 p.m.
Duración HH:MM:SS	01:12:00
Notas	Taller Mecánico Punta Rincón
Promedio corregido	0.035 mg/m³
Máximo corregido (con hora)	1.201 mg/m³ 04/19/2017 02:15:44 p.m.
Mínimo corregido (con hora)	0.004 mg/m³ 04/19/2017 02:03:58 p.m.
Corrección aplicada	No



Emisiones Gaseosas (NO_2, SO_2 y CO)

17-4-17

Taller de Mantenimiento Botija – Equipo pesado

Instrumento: AreaRAE Número de serie: 503747
ID de usuario: 00000001 ID del emplazamiento: 00000001
Puntos de datos: 1 Tipo de datos: MedioIntervalo de muestreo: 3600Seg
Último tiempo de calibración: 09/16/2016 10:48
Inicio a: 04/17/2017 15:23 Fin a: 04/17/2017 15:23

Sensor:	CO(ppm)	VOC(ppm)	SO2(ppm)	LEL(%)	OXY(%)
Nivels de alarma alto:	200.0	100.0	10.0	20.0	23.5
Nivel de alarma bajos:	35.0	50.0	2.0	10.0	19.5
Nivels de alarma STEL:	100.0	25.0	5.0	-----	-----
Niveles de alarma TWA:	35.0	10.0	2.0	-----	-----

Sensor:	CO(ppm)	VOC(ppm)	SO2(ppm)	LEL(%)	OXY(%)
Valor de datos pico:	0.0	1.7	0.0	3.9	20.9
Valor de datos mínimos:	0.0	1.7	0.0	3.9	20.9
Valor de datos TWA:	0.0	0.2	0.0	-----	-----
Valor de datos medios:	0.0	1.7	0.0	-----	-----

Instrumento: AreaRAE Número de serie: 503747
ID de usuario: 00000001 ID del emplazamiento: 00000001
Puntos de datos: 1 Tipo de datos: MedioIntervalo de muestreo: 3600Seg
Último tiempo de calibración: 09/16/2016 10:48
Inicio a: 04/17/2017 19:33 Fin a: 04/17/2017 19:33

Sensor:	CO(ppm)	VOC(ppm)	NO2(ppm)	LEL(%)	OXY(%)
Nivels de alarma alto:	200.0	100.0	10.0	20.0	23.5
Nivel de alarma bajos:	35.0	50.0	1.0	10.0	19.5
Nivels de alarma STEL:	100.0	25.0	1.0	-----	-----
Niveles de alarma TWA:	35.0	10.0	1.0	-----	-----

Sensor:	CO(ppm)	VOC(ppm)	NO2(ppm)	LEL(%)	OXY(%)
Valor de datos pico:	0.0	1.2	0.0	3.8	20.9
Valor de datos mínimos:	0.0	1.2	0.0	3.8	20.9
Valor de datos TWA:	0.0	0.2	0.0	-----	-----
Valor de datos medios:	0.0	1.2	0.0	-----	-----

18-4-17

Taller de soldadura - Frente 64 (Sitio Mina)

Instrumento: AreaRAE Número de serie: 503747
ID de usuario: 00000001 ID del emplazamiento: 00000001
Puntos de datos: 1 Tipo de datos: MedioIntervalo de muestreo: 3600Seg
Último tiempo de calibración: 09/16/2016 10:48
Inicio a: 04/18/2017 08:34 Fin a: 04/18/2017 08:34

Sensor:	CO(ppm)	VOC(ppm)	NO2(ppm)	LEL(%)	OXY(%)
Nivels de alarma alto:	200.0	100.0	10.0	20.0	23.5
Nivel de alarma bajos:	35.0	50.0	1.0	10.0	19.5
Nivels de alarma STEL:	100.0	25.0	1.0	-----	-----
Niveles de alarma TWA:	35.0	10.0	1.0	-----	-----

Sensor:	CO(ppm)	VOC(ppm)	NO2(ppm)	LEL(%)	OXY(%)
Valor de datos pico:	0.6	1.1	0.0	3.8	20.9
Valor de datos mínimos:	0.6	1.1	0.0	3.8	20.9
Valor de datos TWA:	0.1	0.1	0.0	-----	-----
Valor de datos medios:	0.6	1.1	0.0	-----	-----

Instrumento: AreaRAE Número de serie: 503747
ID de usuario: 00000001 ID del emplazamiento: 00000001
Puntos de datos: 1 Tipo de datos: MedioIntervalo de muestreo: 3600Seg
Último tiempo de calibración: 09/16/2016 10:48
Inicio a: 04/18/2017 09:48 Fin a: 04/18/2017 09:48

Sensor:	CO(ppm)	VOC(ppm)	SO2(ppm)	LEL(%)	OXY(%)
Nivels de alarma alto:	200.0	100.0	10.0	20.0	23.5
Nivel de alarma bajos:	35.0	50.0	2.0	10.0	19.5
Nivels de alarma STEL:	100.0	25.0	5.0	-----	-----
Niveles de alarma TWA:	35.0	10.0	2.0	-----	-----

Sensor:	CO(ppm)	VOC(ppm)	SO2(ppm)	LEL(%)	OXY(%)
Valor de datos pico:	0.5	0.6	0.0	3.9	20.9
Valor de datos mínimos:	0.5	0.6	0.0	3.9	20.9
Valor de datos TWA:	0.1	0.1	0.0	-----	-----
Valor de datos medios:	0.5	0.6	0.0	-----	-----

Taller de soldadura – Planta de Procesos

Instrumento: AreaRAE Número de serie: 503747
ID de usuario: 00000001 ID del emplazamiento: 00000001
Puntos de datos: 1 Tipo de datos: MedioIntervalo de muestreo: 3600Seg
Último tiempo de calibración: 09/16/2016 10:48
Inicio a: 04/18/2017 15:22 Fin a: 04/18/2017 15:22

Sensor:	CO (ppm)	VOC (ppm)	SO2 (ppm)	LEL (%)	OXY (%)
Nivels de alarma alto:	200.0	100.0	10.0	20.0	23.5
Nivel de alarma bajos:	35.0	50.0	2.0	10.0	19.5
Nivels de alarma STEL:	100.0	25.0	5.0	-----	-----
Niveles de alarma TWA:	35.0	10.0	2.0	-----	-----

Sensor:	CO (ppm)	VOC (ppm)	SO2 (ppm)	LEL (%)	OXY (%)
Valor de datos pico:	0.0	0.7	0.0	3.8	20.9
Valor de datos mínimos:	0.0	0.7	0.0	3.8	20.9
Valor de datos TWA:	0.0	0.1	0.0	-----	-----
Valor de datos medios:	0.0	0.7	0.0	-----	-----

Instrumento: AreaRAE Número de serie: 503747
ID de usuario: 00000001 ID del emplazamiento: 00000001
Puntos de datos: 1 Tipo de datos: MedioIntervalo de muestreo: 3600Seg
Último tiempo de calibración: 09/16/2016 10:48
Inicio a: 04/18/2017 16:32 Fin a: 04/18/2017 16:32

Sensor:	CO (ppm)	VOC (ppm)	NO2 (ppm)	LEL (%)	OXY (%)
Nivels de alarma alto:	200.0	100.0	10.0	20.0	23.5
Nivel de alarma bajos:	35.0	50.0	1.0	10.0	19.5
Nivels de alarma STEL:	100.0	25.0	1.0	-----	-----
Niveles de alarma TWA:	35.0	10.0	1.0	-----	-----

Sensor:	CO (ppm)	VOC (ppm)	NO2 (ppm)	LEL (%)	OXY (%)
Valor de datos pico:	0.0	0.3	0.0	3.8	20.9
Valor de datos mínimos:	0.0	0.3	0.0	3.8	20.9
Valor de datos TWA:	0.0	0.0	0.0	-----	-----
Valor de datos medios:	0.0	0.3	0.0	-----	-----

19-4-17

Generadores del Campamento GAP

```
Instrumento: AreaRAE                          Número de serie: 503747
ID de usuario: 00000001     ID del emplazamiento: 00000001
Puntos de datos: 1          Tipo de datos: MedioIntervalo de muestreo: 3600Seg
Último tiempo de calibración: 09/16/2016 10:48
Inicio a: 04/19/2017 10:51  Fin a: 04/19/2017 10:51
==================================================================================
Sensor:               CO(ppm)   VOC(ppm)     NO2(ppm)     LEL(%)       OXY(%)
Nivels de alarma alto:      200.0      100.0        10.0      20.0         23.5
Nivel de alarma bajos:       35.0       50.0         1.0      10.0         19.5
Nivels de alarma STEL:      100.0       25.0         1.0      -----        -----
Niveles de alarma TWA:       35.0       10.0         1.0      -----        -----
==================================================================================
Sensor:               CO(ppm)   VOC(ppm)     NO2(ppm)     LEL(%)       OXY(%)
Valor de datos pico:       0.0        0.7          0.0       3.8         20.9
Valor de datos mínimos:        0.0        0.7          0.0       3.8         20.9
Valor de datos TWA:        0.0        0.1          0.0      -----        -----
Valor de datos medios:         0.0        0.7          0.0      -----        -----
==================================================================================
```

```
Instrumento: AreaRAE                          Número de serie: 503747
ID de usuario: 00000001     ID del emplazamiento: 00000001
Puntos de datos: 1          Tipo de datos: MedioIntervalo de muestreo: 3600Seg
Último tiempo de calibración: 09/16/2016 10:48
Inicio a: 04/19/2017 12:11  Fin a: 04/19/2017 12:11
==================================================================================
Sensor:               CO(ppm)   VOC(ppm)     SO2(ppm)     LEL(%)       OXY(%)
Nivels de alarma alto:      200.0      100.0        10.0      20.0         23.5
Nivel de alarma bajos:       35.0       50.0         2.0      10.0         19.5
Nivels de alarma STEL:      100.0       25.0         5.0      -----        -----
Niveles de alarma TWA:       35.0       10.0         2.0      -----        -----
==================================================================================
Sensor:               CO(ppm)   VOC(ppm)     SO2(ppm)     LEL(%)       OXY(%)
Valor de datos pico:       0.0        0.2          0.0       3.9         21.0
Valor de datos mínimos:        0.0        0.2          0.0       3.9         21.0
Valor de datos TWA:        0.0        0.0          0.0      -----        -----
Valor de datos medios:         0.0        0.2          0.0      -----        -----
==================================================================================
```

19-4-17

Taller Mecánico de Punta Rincón

```
Instrumento: AreaRAE                          Número de serie: 503747
ID de usuario: 00000001     ID del emplazamiento: 00000001
Puntos de datos: 1          Tipo de datos: MedioIntervalo de muestreo: 3600Seg
Último tiempo de calibración: 09/16/2016 10:48
Inicio a: 04/19/2017 14:03  Fin a: 04/19/2017 14:03
==================================================================================
Sensor:                CO(ppm)  VOC(ppm)     SO2(ppm)    LEL(%)      OXY(%)
Nivels de alarma alto:      200.0     100.0         10.0      20.0         23.5
Nivel de alarma bajos:       35.0      50.0          2.0      10.0         19.5
Nivels de alarma STEL:      100.0      25.0          5.0     -----        -----
Niveles de alarma TWA:       35.0      10.0          2.0     -----        -----
==================================================================================
Sensor:                CO(ppm)  VOC(ppm)     SO2(ppm)    LEL(%)      OXY(%)
Valor de datos pico:       0.0       0.0          0.0       3.8        21.3
Valor de datos mínimos:        0.0       0.0          0.0       3.8        21.3
Valor de datos TWA:        0.0       0.0          0.0     -----        -----
Valor de datos medios:        0.0       0.0          0.0     -----        -----
==================================================================================
```

```
Instrumento: AreaRAE                          Número de serie: 503747
ID de usuario: 00000001     ID del emplazamiento: 00000001
Puntos de datos: 1          Tipo de datos: MedioIntervalo de muestreo: 3600Seg
Último tiempo de calibración: 09/16/2016 10:48
Inicio a: 04/19/2017 15:24  Fin a: 04/19/2017 15:24
==================================================================================
Sensor:                CO(ppm)  VOC(ppm)     NO2(ppm)    LEL(%)      OXY(%)
Nivels de alarma alto:      200.0     100.0         10.0      20.0         23.5
Nivel de alarma bajos:       35.0      50.0          1.0      10.0         19.5
Nivels de alarma STEL:      100.0      25.0          1.0     -----        -----
Niveles de alarma TWA:       35.0      10.0          1.0     -----        -----
==================================================================================
Sensor:                CO(ppm)  VOC(ppm)     NO2(ppm)    LEL(%)      OXY(%)
Valor de datos pico:       0.0       0.3          0.0       3.8        21.2
Valor de datos mínimos:        0.0       0.3          0.0       3.8        21.2
Valor de datos TWA:        0.0       0.0          0.0     -----        -----
Valor de datos medios:        0.0       0.3          0.0     -----        -----
==================================================================================
```

Anexo 2.2.3. Extracto de la Norma para Calidad de Aire en Panamá

GACETA OFICIAL

ORGANO DEL ESTADO

AÑO XCVII | PANAMÁ, R. DE PANAMÁ JUEVES 17 DE MAYO DE 2001 | Nº 24,303

CONTENIDO

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL
RESOLUCION Nº 124
(De 20 de marzo de 2001)
"APROBAR EL REGLAMENTO TECNICO DGNTI-COPANIT 43-2001 HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL." .... PAG. 1

AUTORIDAD DEL TRANSITO Y TRANSPORTE TERRESTRE
RESOLUCION Nº 09 JD-A.T.T.T.
(De 14 de mayo de 2001)
"SE APRUEBA EL ACUERDO SUSCRITO ENTRE LOS REPRESENTANTES DEL CONSEJO NACIONAL DE TRABAJADORES ORGANIZADOS (CONATO), LA CAMARA NACIONAL DE TRANSPORTE (CANATRA) Y REPRESENTANTES DEL GOBIERNO NACIONAL, EL DIA 14 DE MAYO DE 2001." .... PAG. 44

AVISOS Y EDICTOS .... PAG. 45

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCION GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGIA INDUSTRIAL
RESOLUCION Nº 124
(De 20 de marzo de 2001)

MINISTERIO DE COMERCIO E INDUSTRIAS
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL

REGLAMENTO TÉCNICO
DGNTI – COPANIT 43 – 2001

HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
CONDICIONES DE HIGIENE Y SEGURIDAD
PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
ATMOSFÉRICA EN AMBIENTES DE TRABAJO
PRODUCIDA POR SUSTANCIAS QUÍMICAS.

DIRECCIÓN GENERAL DE NORMASY TECNOLOGÍA INDUSTRIAL (DGNTI)
Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas (COPANIT)
APARTADO POSTAL 9658 Zona 4, Rep. de Panamá.

COMPUESTOS QUIMICOS	CPT		CCT		CANCERIGENO
	ppm	mg/m³	ppm	mg/m³	
2-Nitropropano	10	36	25	90	Nausea, diarrea, dolores de cabeza
Partículas de Ninguna Manera Regulada (Fracción Respirable)	-	5	-	10	
Partículas de Ninguna Manera Regulada (Polvo Total)	-	10	-	15	
Monóxido de Carbono	25	29	50	55	
Dióxido de Nitrógeno	3	5	5	10	No Clasificable (Apéndice 4A)
Dióxido de Sulfuro	2	5	5	13	No Clasificable (Apéndice 4A)
[illegible]	-	5	-	15	No Clasificable (Apéndice 4A)

Anexo 2.2.4. Certificados de calibración de los equipos de medición

Certificados de Calibración de los Equipos de Medición de PM_{10}

CIH EQUIPMENT COMPANY, INC.

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Aerosol Monitor

A2LA ACCREDITED
Calibration Lab
Cert # 3035-01

Manufacturer:	Casella	**Calibration Date:**	September 16, 2016
Model Number:	Microdust Pro	**Date Due:**	
Serial Number:	1079216	**Temperature:**	73.1 °F
Service Order:	21222	**Relative Humidity:**	53 %
Reference Number:	21222-MicrodustPro-1079216	**Barometric Pressure:**	29.99 inHg
Customer Name:	CODESA	**Customer Address:**	Plaza Adventura Oficina M-23 Panama, Panama 507

Calibration Data

Zero Stability	Mass Concentration
Average:	0.000 mg/m³
Minimum:	0.000 mg/m³
Maximum:	0.000 mg/m³

Initial Aerosol Concentration		Calibration Factor 1.00
Reference	Instrument	Percent of Standard
25.63 mg/m³	43.4 mg/m³	169.33%
Tolerance	23.1 - 28.2	
As Found	Out of Tolerance	

Flow Rate:	NA

Adjusted Aerosol Concentration		Calibration Factor 0.590
Standard	Instrument	Percent of Standard
25.43 mg/m³	25.0 mg/m³	98.31 %
Tolerance	22.9 - 28.0	
As Left	In Tolerance	

Final Function Check	Completed

STANDARDS

Manufacturer	Description	Model	Serial Number	Certificate Number	Due Date
Radwag	Analytical Balance	AS 60/C/2	303615/10	A2011955	10/14/2016
PTI	ISO 12103-1 Dust	A2 Fine Test Dust	N/A	N/A	NCR
TSI	Mass Flow Meter	4043	40430838004	1001837448	2/25/2017

This report may not be reproduced except in full and shall not be used to claim endorsement of The American Association for Laboratory Accreditation (A2LA). CIH Calibration Laboratory certifies that the instrument specified above meets the manufacturer's specifications and was calibrated using standards and instruments also listed below where the accuracy is traceable to National Institute of Standards and Technology (NIST), and the calibration systems and records are in compliance to ISO/IEC 17025:2005. Data presented in this report follows WS-0403G & WS-0803C or suitable replacement document and only relates to instrument at time of test.

The reported uncertainty of measurement is stated as the combined standard uncertainty multiplied by a coverage factor k = 2. The measured value and the associated expanded uncertainty represent the interval (y±U), which contains the value of the measured quantity with a probability of approximately a 95% confidence interval. The uncertainty was estimated following the guidelines of the ISO 17025 and the GUM. U± 1.7 mg/m³ (Gravimetric) & 2.2 % (Flow).

Calibrated By: Jonathan Terry - Calibration Technician Date: 9/16/2016

1806 South Highland Ave • Clearwater, FL 33756-1762 • USA • PH: (727) 584-5063 • FX: (727) 581-5921
Toll Free: (888) 873-2443 • Website: http://www.cihequipment.com

Certificados de Calibración de los Equipos de Medición de CO, SO_2 y NO_2

CIH EQUIPMENT COMPANY, INC.

CERTIFICATE OF CALIBRATION

Gas Detection Monitor

Manufacturer:	RAE	**Calibration Date:**	September 16, 2016
Model Number:	PGM-5020	**Date Due:**	
Serial Number:	292-503747	**Temperature:**	75.4 °F
Service Order:	21222	**Relative Humidity:**	52 %
Reference Number:	21222-PGM5020-292503747	**Barometric Pressure:**	30.10 inHg

Test Gas:	O2 @ 18.9%	CH4 @ 50% LEL	CO @ 100 PPM	SO2 @ 4.9 PPM	VOC @ 100 PPM
Reading:	18.9 %	51 %	100 PPM	4.8 PPM	101 PPM
Tolerance:	18.0-19.8 %	48 - 53 %	97 - 107 PPM	4.7 - 5.2 PPM	96.0 - 106.1 PPM
	In Tolerance	In Tolerance	In Tolerance	In Tolerance	In Tolerance

STANDARDS

Manufacturer	Description	Model	Serial Number	Certificate Number	Due Date
Gasco	4-Gas	Part# 116L-463	Lot# JBG-463-2	N/A	9/7/2018
Gasco	Isobutylene C_4H_8	Part# 105L-248-100	Lot# IAQ-248-100-25	N/A	9/7/2020
Gasco	Sulfur Dioxide SO_2	Part# 34L-175-5	Lot# IAQ-175-5-6	N/A	8/29/2018

This report may not be reproduced except in full. CIH Calibration Laboratory certifies that the instrument specified above meets the manufacturer's specifications and was calibrated using standards and instruments also listed where the accuracy is traceable to National Institute of Standards and Technology (NIST), or have been derived from accepted values of natural physical constants or have been derived by the ratio type of self calibration techniques.

Calibrated By: Date: 09/16/16

Adam Hunt - Sr. Calibration Technician

1806 South Highland Ave • Clearwater, FL 33756-1762 • USA • PH: (727) 584-5063 • FX: (727) 581-5921
Toll Free: (888) 873-2443 • Website: http://www.cihequipment.com

Anexo 2.2.5. Cadenas de Custodia

Anexo 2.2.6. Especificaciones de la medición de los equipos de monitoreo

Microdust Pro

Principio de medición	Difracción en el Infrarrojo Cercano (12-20º). 880 nm.
Rangos de Medición	0.001-2,500 mg/m^3 por encima de 4 rangos 0 - 2,5, 0 – 25, 0 - 250 y 0 - 2.500 mg/m^3 Rango activo fijo o Autorango
Resolución	0,001 mg/m^3
Estabilidad del Cero	<2µg $/m^3$ / ºC
Estabilidad de la sensibilidad	+0,7% de la lectura/ºC
Temperatura operativa	0 ºC a 50 ºC
Temperatura de almacenamiento	-20 ºC a 55 ºC

AREA RAE

Rango, Resolución y tiempo de respuesta de medición			
CO	0 to 500 ppm	1 ppm	40 sec
SO_2	0 to 20 ppm	0.1 ppm	35 sec
NO_2	0 to 20 ppm	0.1 ppm	25 sec
O_2	0 to 30%	0.1%	15 sec